

# LES ENJEUX DE LA MAINTENANCE DES RÉSEAUX DES OPÉRATEURS DE TÉLÉPHONIE MOBILE ENTRE OPERATEURS, PRESTATAIRE ET SOUS-TRAITANT, CAS DE HUAWEI ET ELMS EN RDC

**Ir. Dieudonné Libenge Mongambo\***

*\*Assistant de deuxième mandat, Département : Informatique de Gestion, Institut Supérieur Pédagogique de Lubutu, Téléphones : +243 81 23 03 333*

**\*Corresponding Author:**

---

**SEPT.- 2023**

## **SIGLES ET ABBREVIATIONS**

‰: Pour cent

3GPP: 3ème generation partnership project

AC: Alternative current

AMPS: Advanced mobile phone system

AMR-WB: Adaptative Multi rate wideband

AuC: Authentification Center

BER: Bit error rate

Bps: Bit par seconde

BSC: Base station Controller

BSS: Base Station Subsystem

BTS: Base Transceiver Station

CDMA: Code division multiple Access

Cm : centimètre

CN: Core network

D-AMPS: Digital Advanced mobile phone system

DB: Décibel

DBi : Décibel isotrope

DC : Direct curent

DCS: Digital communication system

DDF: Digital distribution frame

DELU: E1 Signal lightning protection unit

DMLU: Monitor Signal Lightning protection unit DPMU: Power and environment monitoring unit

DXU: Distribution switch unit

ECU: Energy control unit

EDGE: Enhanced data rates for GSM evolution

EHF: Extra High frequency

EIR: Equipment Identity registers

EPC: Evolved Packet Core

ETSI: European telecommunications standards institute

FDMA: Frequency division multiple access

FH: Faisceau hertzien

FIFO: First in first out

FTTH: Fiber to the home

G: Generation

GHz: Gigahertz

GMSC: Gateway mobile switching center

GSM: Global System for mobile

GSM-R: Global system for mobile Railway

HLR: Home location register

HSPA: High speed packet access

HTTP: hypertext transfer protocol

Hz: Hertz

IMEI: International mobile équipement Identity

IMSI: International mobile Subscriber Identity

IMT: International mobile telecommunication

IP: internet protocol

Kb/s: Kilobit par seconde

KHz: Kilohertz

KHz: Kilohertz

Km: Kilomètre

LIFO: Last in first out  
LNA : Low noise amplifier  
LTE: Long terme évolution  
M: mètre  
Mbit/s: Mégabit par seconde  
MCC: Mobile country code  
MDD: Mode division duplex  
MHz: megahertz  
MIMO: Multi in Multi out  
MME: Mobility management entity  
MNC: Mobile network code  
Ms: Milliseconde  
MS: Mobil system  
MSC: Mobil switching center  
MSC: Mobile switching Center  
MSISDN: Mobile station ISDN  
NMT: Nordic mobile telephone  
NSS: Network Subsystem  
OFDMA: orthogonal frequency division multiple access  
OMC: Operating maintenance center  
OMC-N: Operating maintenance center Network  
OMC-R: Operating maintenance center radio  
OSS: Opération station subsystem  
PAR : Puissance apparente rayonnée  
PC : Personal Computer  
PCS: Personal communication Service

## Resume

*Le système de maintenance des réseaux de téléphonie mobile actuel est dominé par la sous-traitance qui passe pour l'une des organisations qui assouplie le maître d'ouvrage ou l'Opérateur et lui permet de se concentrer plus avantageusement a des tâches essentielles de la production, entendez commerciales et marketing.*

*Ainsi, la sous-traitance s'organise selon des critères établis permettant de concilier le coût et qualités. Il sied d'opérer une sélection au départ en vue d'un recrutement pouvant satisfaire le cahier de charge.*

*En RDC, le prestataire HUAWEI prend des allures de dominance et traite avec tous les grands opérateurs de téléphonie mobile du point de vu maintenance et fourniture des équipements ; pour autant il compte en son sein plusieurs sous-traitant, avec qui il coopère pour organiser un système de maintenance efficace.*

*Pour rendre pratique sa vision ; stratégiquement ses sous -traitant sont repartis géographiquement en zone de maintenance. Le sous- traitant ELMS est réputé pour l'Ex- région de l'Equateur ou sont implantés les réseaux Vodacom, Orange et Airtel. Dans cet article, nous identifions les possibilités sans cesse accrues de mutualisation et d'externalisation de structure de maintenance dans les réseaux de téléphonie mobile et techniques visant la réduction de coût d'exploitation liée à la maintenance tout en optimisant la fiabilité des réseaux.*

*Le principal objectif de cet article est d'élaboré un document technique didactique d'orientation et de référence à différents niveaux pour la maintenance des équipements des réseaux de téléphonie mobile en RDC en donnant des renseignements sur un choix judicieux des partenaires de maintenance, basé sur des critères d'efficience pour favoriser l'émergence des réseaux fiables en RDC.*

## Abstract

*The maintenance system of the current mobile phone networks is dominated by the subcontracting that passes for one of the organizations that relaxes the client or the operator and allows it to focus more favorably on essential tasks of production, hear by commercial and marketing. Thus outsourcing is organized according to established criteria for reconciling cost and quality, it is used to make a selection initially for recruitment that can satisfy the specifications.*

*In the DRC, the provider HUAWEI takes on a chance of dominance and treats with all the major mobile operators from the point of view maintenance and supplies of the equipment as it counts to its bosom several sub-portent, with whom it cooperates to organize a system of effective maintenance.*

*To make its vision practice, strategically its subcontractors are geographically retapled in the maintenance zone. The ELMS subcontractor is renowned for the ex-region of Ecuador where Vodacom, Orange and Airtel are important. In this article we identify the continuous possibilities of maintenance structure in mobile and technical telephone networks aimed at reducing maintenance costs related to maintenance while optimizing the reliability of the networks. The objective*

*principle of this article is developed a technical orientation and reference technical document at different levels for the maintenance of mobile phone equipment in the DRC by giving information on a judicious choice of maintenance partners, based on efficiencies of efficiency. Emergence of reliable networks in networks in the DRC.*

## INTRODUCTION

Le partage de réseau ou la mutualisation des ressources constituent des enjeux forts pour les télécoms et caractérisent l'inducteur du développement d'un nouvel écosystème.

Pratique initiée dès les années 1990, le partage d'infrastructures de réseaux de téléphonie mobiles dans les télécoms ou Network Sharing<sup>1</sup> permet de partager certains équipements télécoms des réseaux entre plusieurs opérateurs.

Ce phénomène continue à prendre une ampleur particulière. Le premier levier du partage de réseau est financier, avec tout d'abord une réduction des coûts d'investissement (CAPEX) liés à la construction du réseau (notamment pour des nouveaux entrants sur un marché donné) et des coûts d'exploitation (OPEX) comme la location des sites, les frais de maintenance et la consommation d'énergie qui sont répartis entre opérateurs. Le deuxième levier qui nous intéresse dans le cadre de cet article est d'ordre opérationnel, avec une optimisation conséquente de la performance des opérateurs : une meilleure maintenance des réseaux est assurée par le biais de l'expertise cumulée des différents opérateurs ou l'intervention d'un prestataire spécialisé, diminuant ainsi les risques opérationnels liés à l'exploitation des équipements. Le partage de réseau recouvre plusieurs modalités et différents modèles économiques. En termes de modalités, le partage d'infrastructures peut être passif ou actif ; par passif on entend les sites radios, les mâts accueillant les antennes et l'alimentation électrique ; par actif on entend le partage des éléments assurant la transmission des communications comme les antennes, les stations de base et autres qui véhiculent le signal lui-même.

En effet plusieurs modèles économiques sont alors possibles ; entre autre la création d'une entreprise spécialisée via une "Joint-venture", en passant par l'externalisation à des sociétés spécialisées dans la gestion ou à la maintenance d'équipements des réseaux.

Ainsi l'Outsourcing est ce modèle qui permet d'externaliser la gestion ou la maintenance des équipements actifs des réseaux d'accès mobile chez un prestataire. Il existe des sociétés spécialisées dans la gestion et la maintenance des équipements « passifs » et « actifs » des réseaux de télécommunication.<sup>2</sup>

Signalons que de nos jours la configuration globale des structures des systèmes de maintenance des réseaux de téléphonie mobile en RDC est en train de subir des mutations multiformes qui sont mues par la recherche de la réduction du coût d'exploitation tout en agissant sur des leviers comme la mutualisation et l'externalisation. Mais notre problème dans cet article est de savoir comment rassurer une maintenance efficace pour les réseaux cellulaires des opérateurs en RDC, quelles sont les tendances actuelles et les conséquences y afférentes? Partant de cette question, la solution idéale compte tenu de problème soulevées sera d'identifier les possibilités sans cesse accrues de mutualisation et d'externalisation de structure de maintenance dans les réseaux de téléphonie mobile et techniques visant la réduction de coût d'exploitation liée à la maintenance tout en optimisant la fiabilité des réseaux.

Le principal objectif de cette étude est élaborer un document technique didactique d'orientation et de référence à différents niveaux pour la maintenance des équipements des réseaux de téléphonie mobile en RDC en donnant des renseignements sur un choix judicieux des partenaires de maintenance, basé sur des critères d'efficacité pour favoriser l'émergence des réseaux fiables en RDC. Pour atteindre cet objectif, nous faisons recourt à la méthode structurofonctionnelle qui nous a permis de comprendre le fonctionnement et la structure des réseaux de téléphonie mobiles ; Approche descriptive ayant consisté à décrire les phénomènes observés et à traduire notre expérience personnelle sur des cas vécus ; et l'approche analytique qui nous a permis à partir des outils élaborés existants d'analyser certains aspects importants de notre étude.

Les techniques d'observation, d'interview et documentaire ont été utilisées pour nous permettre de nous imprégner de la situation réelle qui prévalait au sein des réseaux de téléphonie mobile. . Pour bien cerner le problème, nous avons subdivisé cette étude en 2 sections dont la première se focalise sur la considération générale, explicitant au clair les notions essentielles sur les réseaux mobiles et les tendances technologiques actuelles. La seconde section s'intéresse premièrement à l'analyse fonctionnelle et organique de l'équipement de site radio. En second lieu, se présente des enjeux de la maintenance des réseaux de téléphonie mobile entre opérateurs, prestataires et sous-traitants.

## II. GENERALITES SUR LES RESEAUX MOBILES

Cette étape nous permet de définir le contexte d'étude, l'approche de résolution ainsi que la gestion de notre étude.

### II.1. DEFINITION DES CONCEPTS

---

<sup>1</sup> Sami TABBANE, Ingénierie des réseaux cellulaires, édition Hermès Sciences, France, 2002, pp 22 – 40

<sup>2</sup> Xavier LAGRAGE, Réseau Cellulaire GSM – DSC, édition Paris, 2003, pp 15 – 35

### □ . Définition de la maintenance

On entend par maintenance, l'ensemble des actions qui permettent de maintenir ou de rétablir un équipement ou un système dans un état spécifié afin qu'il soit à mesure d'assurer un service déterminé ou une fonction requise.

### □ Analyse des concepts

- Maintenir : Contient la notion de « prévention » sur un système en fonctionnement.
- Rétablir : contient la notion de « correction » consécutive à une partie de fonction.

Parler de l'état spécifié implique une détermination à l'avance des objectifs à atteindre avec quantification de niveau caractéristique. Ainsi, connaissant le matériel, ses faiblesses, ses dégradations et ses dérives complétées jour après jour, on peut corriger, améliorer techniquement et économiquement l'équipement afin d'en optimiser le rendement d'une part, d'autre part la maintenance permet de déterminer le moment économique de cessation du soin à apporter à un équipement ou à une machine et de participer au choix de son remplacement afin d'éviter sa mort inexorable. Il faut en définitive maîtriser les données techniques, économiques et sociales qui sont des facteurs indispensables lors de la prise des décisions, tout en ayant à l'esprit l'idée qu'il n'existe pas une bonne maintenance dans l'absolu mais une maintenance économique et efficace à un moment donné et pour un équipement donné.

### □ La terotechnology

C'est la combinaison de management (ou l'art de gérer), d'économie et d'engineering (technologie) qui vise la fiabilité, la maintenabilité, la performance et le prix de revient des équipements lors de leur installation, de leur entretien ainsi que leur modification et durabilité.

### □ Maintenir

C'est une tâche qui consiste à choisir les moyens de prévenir, de corriger ou de rénover suivant l'usage du matériel, suivant sa criticité économique afin d'optimiser le coût global de possession de ce matériel c'est – à – dire maîtriser le matériel.

### □ Entretien

Entretien consiste à dépanner et à réparer un parc matériel afin d'assurer la continuité de la production, c'est subir le matériel.

### □ La fiabilité

C'est la caractéristique d'un dispositif exprimée par la probabilité d'accomplir une fonction requise dans les conditions d'utilisation et pour une période de temps déterminée.

### □ La maintenabilité

C'est l'aptitude d'un système à être maintenu dans les conditions d'utilisation données. C'est aussi l'aptitude d'un dispositif à être maintenu ou rétabli dans un état dans lequel il peut accomplir sa fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans les conditions donnée avec de procédures et de moyens prescrits.

### □ Sous-traitance

La sous-traitance est une opération par laquelle une entreprise (le donneur d'ordre) confie à une autre entreprise (le sous-traitant) le soin d'exécuter pour elle une partie des actes de production et de services dont elle conserve la responsabilité. Généralement, le donneur d'ordre confie au sous-traitant une partie des travaux qui lui ont été préalablement confiés par une autre entreprise, appelée maître d'ouvrage. La sous-traitance est un contrat entre un donneur d'ordre et un sous-traitant. Le donneur d'ordre demande au sous-traitant d'exécuter tout ou une partie de sa production en respectant un cahier des charges précis. La sous-traitance permet généralement de compenser un manque de capacité ou une absence de savoir-faire en interne de l'entreprise à l'origine du contrat

### □ Prestataire

Est toute personne morale ou physique ou entité publique de ces personnes et ou organismes qui offre respectivement la réalisation de travaux et ou d'ouvrages, des produits ou des services sur le marché.

### □ Mutualisation

Est le partage par des individus ou groupe d'individus, de biens, de logements, d'équipements ou de moyens de transport de manière à optimiser l'accès à ces ressources et leur rentabilité.

### □ Sortes de maintenances

#### La maintenance corrective

C'est une maintenance effectuée après défaillance pour corriger ou adapter un matériel.

### ✚ La maintenance préventive

C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un dispositif ou la dégradation d'un service rendu. Elle se subdivise en :

- Maintenance préventive par travaux systématiques : c'est – à – dire une maintenance préventive effectuée selon un calendrier établi en fonction du temps ou du nombre d'unités d'usage et caractérisée par de travaux systématiques tels que : changement de pièces d'usure, lubrification, graissage, nettoyage, etc...)
- Maintenance conditionnelle : C'est une maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto – diagnostic, mesures d'usures, etc.) Elle est caractérisée par des visites, inspections et contrôles avec ou sans appareils audiovisuels.

### ✚ La maintenance curative ou palliative

C'est une maintenance effectuée après défaillance. Elle est aussi corrective. La maintenance palliative comprend les interventions type dépannage tandis que la maintenance curative comprend les interventions type réparations. Cette dernière constitue une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après défaillance. Le dépannage est une action sur dispositif en vue de le remettre provisionnement en état de fonctionnement avant la réparation.

La maintenance joue un rôle très important dans tous les domaines (réseau de transport de gaz, ascenseur, Bureautique, climatisation, télécommunication, plomberie, etc.).

Aujourd'hui, tout s'entretient, tout se dépanne.

Réparer, dépanner c'est la maintenance. Le robot s'enrhume, l'entreprise grippe : en effet lorsqu'un système de production tombe en panne, il y a arrêt de la production, d'où une perte de grande importance qui peut se chiffrer en millions de dollars. En dépassant la notion d'entretien, la maintenance est devenue une stratégie indispensable à la bonne santé des entreprises. Partout, c'est la chasse à la moindre défaillance. L'objectif est de maintenir en état de marche optimum et en permanence, des équipements sophistiqués. « Mieux vaut prévenir que guérir ». Un avion ne tombe qu'une seule fois. Cette « éventualité », l'ensemble du personnel de la maintenance travaille pour la maintenir à zéro. C'est au moment de la construction même de l'avion et de la phase de la maquette ou de la simulation sur l'ordinateur que les ingénieurs de maintenance interviennent pour préciser un plan d'entretien. Mieux vaut, en effet prévenir que guérir car aucune place ne doit être laissée au moindre doute.

- **Un réseau de téléphonie mobile**<sup>3</sup> est un réseau téléphonique qui permet l'utilisation simultanée de millions de téléphones sans fil, immobiles ou en mouvement.
- **L'Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)** : est l'une des technologies de téléphonie mobile de troisième génération (3G). Elle est basée sur la technologie W-CDMA, standardisée par le 3GPP et constitue l'implémentation dominante, d'origine européenne, des spécifications IMT-2000 de l'UIT pour les systèmes radio cellulaires 3G. L'UMTS est parfois appelé 3GSM, soulignant la filiation qui a été assurée entre l'UMTS et le standard GSM auquel il succède. Elle est également appelée 3G, pour troisième génération.
- **Le han Dover ou transfert intercellulaire**<sup>4</sup> : est un mécanisme fondamental dans les communications mobiles cellulaires (GSM, CDMA, UMTS ou LTE par exemple). Le han Dover désigne l'ensemble des opérations mises en œuvre pour permettre qu'un téléphone mobile ou un Smartphone (dénommés station mobile - MS en GSM, ou user équipement dans les réseaux 3G et 4G) change de cellule radio sans interruption de la conversation ou du transfert de données.
- **Le Roaming** : désigne plus généralement la capacité des clients à accéder à leurs services de téléphonie mobile (voix ou données) depuis différents réseaux au fur et à mesure d'un déplacement. Cette fonctionnalité est particulièrement utile en déplacement dans un pays étranger. Cette faculté est possible du fait que le réseau mobile GSM conserve à chaque instant une information sur la zone de localisation de l'abonné mobile.
- **Le terme Cellule** : C'est une zone géographique élémentaire d'un réseau radio cellulaire dans laquelle on affecte un ensemble de fréquences non réutilisables dans les zones contiguës. C'est aussi la zone de couverture d'une antenne GSM. L'opérateur qui choisit le secteur de téléphonie mobile doit définir la zone géographique à couvrir par son réseau. Chaque zone couverte par un émetteur est appelée cellule.<sup>5</sup>

Les réseaux cellulaires visent l'extension de la zone géographique couverte en fonction de l'augmentation du nombre d'utilisateurs. Il permet l'utilisation simultanée de millions de téléphones sans fil, immobiles ou en mouvement, y compris lors de déplacements à grande vitesse et sur une grande distance.

Un réseau de téléphonie mobile a une structure « cellulaire », c'est-à-dire qu'elle permet de réutiliser de nombreuses fois les mêmes fréquences (dans un même pays, aux heures d'affluence, plusieurs millions d'appareils sont en service avec (dans le cas du GSM) seulement 600 canaux disponibles). Ce sont des liaisons duplex.

<sup>3</sup> Ludovic AERNOUTS, Systèmes et réseaux informatiques et téléphonie mobile, cnam de Lille, France, 1999, pp 60 – 82

<sup>4</sup> S. Tab bane et M. Tahar, Pratique de l'ingénierie des réseaux cellulaires GSM, GPRS, et UMTS, Lavoisier, Paris, 2006, page 260

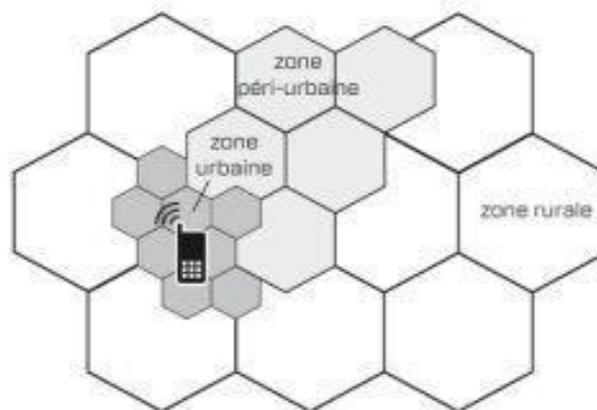
<sup>5</sup> S. Tab bane et M. Tahar, Pratique de l'ingénierie des réseaux cellulaires GSM, GPRS, et UMTS, op.cit.

- Il y a des émetteurs et des récepteurs
  - Il y a un sous-réseau fixe de points d'accès.
- Un réseau comporte plusieurs cellules de même dimension ou des dimensions différentes selon :

- La ou les licences achetées par l'opérateur ;
- Le nombre d'utilisateurs potentiels dans sa zone ;
- La configuration du terrain (relief géographique, présence d'immeubles) ;
- La nature et la densité des constructions (maisons, buildings, immeubles en béton,...) ; □ La localisation (rurale, suburbaine, ou urbaine).

Alors, le réseau radio mobile sera divisé en petites zones de couverture radio, en forme de nid d'abeilles, au centre desquelles sont implantés les émetteurs-récepteurs. Ces zones sont appelées cellules. D'où l'on pourrait dire aussi qu'une cellule comprend l'étendue de la zone couverte par l'ensemble des secteurs dépendant d'un même site. Ce dernier correspond à la zone couverte par une antenne (qui peut supporter plusieurs TRX). Elle est caractérisée par :

- La puissance d'émission normale de sa BTS (dans cette zone le niveau de champ électrique doit être supérieur à un seuil déterminé) ;
- Sa fréquence de porteuse utilisée pour l'émission radio électrique ;
- Le réseau auquel elle est interconnectée.



*La figure 1 : les différentes dimensions cellulaires selon les milieux*

D'une manière générale, un réseau cellulaire est composé d'un ensemble :

- Des sites Radio appelés cellules ;
- De central téléphonique (central cellulaire) ;
- Des supports de transmission ;
- Des postes d'abonnés.

## II.2. Supports de transmission

Les supports de transmission ont pour rôle de faire véhiculer les informations téléphoniques entre deux points quelconques distants, et leur bande passante varie en fonction de leur nature. Les supports de transmission se classent en plusieurs catégories suivant la nature des signaux à transmettre et des systèmes mis en œuvre. Mais pour le cas du réseau cellulaire, il y a :

- Le câble coaxial ;
- La fibre optique ;
- Le faisceau hertzien ;
- Le VSAT.

Les supports de transmission assurent la liaison entre les mobiles, sites cellulaires et le central cellulaire. Pour transmettre des informations d'un point à un autre, il faut un canal qui servira de chemin pour le passage de ces informations. Ce canal est appelé canal de transmission ou support de transmission. En réseau informatique, téléinformatique ou télécoms, on distingue plusieurs sortes de support de transmission. Sur ce point, nous allons voir que les supports liés à la mobilité dans un réseau. La liaison hertzienne est une des liaisons les plus utilisées. Cette liaison consiste à relier des équipements radio en se servant des ondes radio. Les ondes radioélectriques peuvent, dans certains cas, remplacer avantageusement les liaisons filaires (cuivre ou optique). Les faisceaux hertziens, par analogie aux réseaux câbles peuvent être analogiques ou numériques. Les débits peuvent atteindre 155 Mbits/s, ils sont principalement utilisés pour des réseaux :

- De téléphonie (multiplexage fréquentiel ou temporel) ;
- De transmission de données ;

- De diffusion d'émissions télévisées

### II.3. L'évolution des générations des réseaux mobiles<sup>6</sup>

Les évolutions des technologies des semi-conducteurs et microprocesseurs ont permis la conception de mobiles plus petits, plus légers, plus sophistiqués et surtout accessibles pour un plus grand nombre d'utilisateurs.

- La première génération de systèmes cellulaires (1G) reposait sur un système de communications mobiles analogiques. Cette génération a bénéficié de deux inventions techniques majeures des années 1970 : le microprocesseur et le transport numérique de données entre les téléphones mobiles et la station de base.
- La deuxième génération (2G) de systèmes cellulaires repose sur une technologie numérique a été développée à la fin des années 1980. Ces systèmes cellulaires utilisent une technologie numérique pour la liaison ainsi que pour le signal vocal.

Ce système apporte une meilleure qualité ainsi qu'une plus grande capacité à moindre cout pour l'utilisateur.

- La troisième génération (3G) de systèmes cellulaires est une génération de systèmes mobiles labellisé IMT 2000 par l'UIT. Ce système permet des services de communications plus rapides notamment pour la voix, la télécopie, l'Internet de n'importe quel endroit et à tout moment. L'UIT IMT-2000 est la norme internationale de la 3G qui a ouvert la voie à de nouvelles applications et services comme par exemple le divertissement multimédia, la localisation des services.
- En octobre 2010, l'UIT a reconnu la technologie LTE-Advanced (évolution de LTE définie par le 3GPP à partir de sa release 10) comme une technologie 4G à part entière<sup>2,3</sup> ; puis, il a accordé en décembre 2010, aux normes LTE et Wi MAX définies avant les spécifications « IMT-Advanced » et qui ne satisfaisaient pas complètement à ses pré requis, la possibilité commerciale d'être considérées comme des technologies « 4G », du fait d'une amélioration sensible des performances comparées à celles des premiers systèmes « 3G » : UMTS et CDMA2000<sup>4</sup>.
- Aujourd'hui, il y a la 5G qui se met en place petit à petit pour gagner les services des communications avec plus des rapidités et plus des fonctionnalités.

### III. EN JEUX DE LA MAINTENANCE DES RESEAUX DE TELEPHONIE MOBILES ENTRE OPERATEURSPRESTATAIRE ET SOUS-TRAITANT.

La maintenance des réseaux mobiles est basée sur la supervision permanente de l'ensemble du réseau. Dans cette section, nous essayerons de présenter les principales caractéristiques de la maintenance dans les réseaux mobiles en RDC.

Actuellement on assiste à une distribution de la fonction maintenance dans les réseaux de télécommunication mobiles. C'est ainsi qu'on retrouve des opérateurs, des prestataires et des sous-traitants qui œuvrent pour le maintien d'un même ou des différents réseaux. Les mutations influent sur le fonctionnement global de la chaîne de maintenance et sur l'état du produit ainsi qu'à la jouissance des usagers en rapport avec la fiabilité des réseaux. Nous allons essayer d'analyser ces différents enjeux en se focalisant sur deux acteurs qui œuvrent pour le maintien des équipements actifs des réseaux de téléphonie mobile: Le prestataire Huawei et le sous-traitant ELMS qui ont des accords de maintenance sur les réseaux des Opérateurs AIRTEL, Orange et Vodacom.

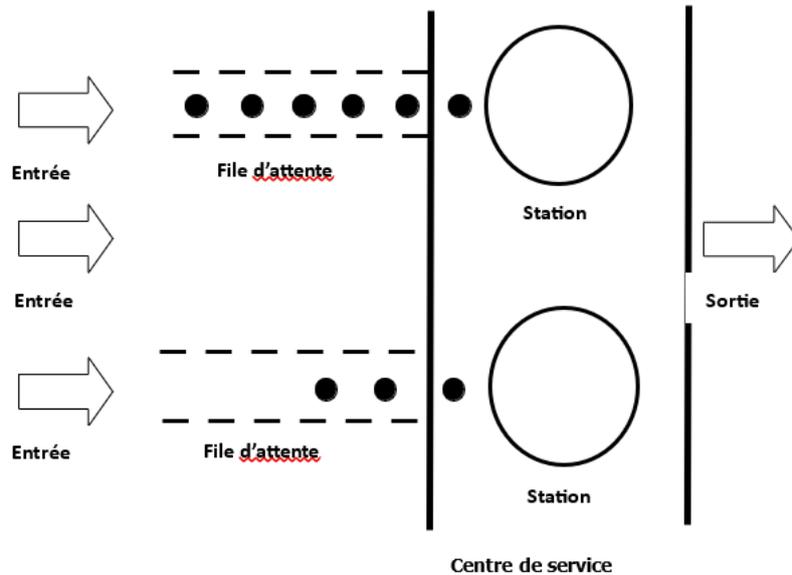
Partant de ce cas type, nous allons ressortir les enjeux de ces mutations en RDC en général et dans l'Ex. Province de l'Equateur en particulier.

La file d'attente peut être définie comme l'ensemble constitué par les unités dans l'ordre d'arrivée, qui attendent d'être servies par une ou plusieurs stations<sup>8</sup>. Elle exclue la (les) unité(s) en cours de service. Il peut en exister plusieurs dans un système d'attente. La théorie des files d'attente s'attache à modéliser et à analyser de nombreuses situations en apparence très diverses, mais qui relèvent néanmoins du schéma descriptif général suivant. Des clients arrivent à intervalles aléatoires dans un système comportant plusieurs serveurs auxquels ils vont adresser une requête. La durée du service auprès de chaque serveur est elle-même aléatoire. Après avoir été servis (ce qui suppose un arrêt chez un ou plusieurs stations selon le cas), les clients quittent le système tel qu'illustré à la figure 2.

<sup>6</sup> <http://www.marche-public.fr/Terminologie/Entrees/1G.htm>

<sup>7</sup> J. Claude, Le réseau GSM, évolution GPRS et UMTS, Mode et WAP, Joachim TISAL, Ingénieur et chef de projet Maison, 1997 et Dunod 1999, pp 1 – 22

<sup>8</sup> Philippe M. Morse, Fils d'attente, stocks et entretien, DUNOD, Paris, 1960, pp 1 – 70



**Figure 2.** La structure générale d'un système à files d'attente.

La structure générale d'un système à files d'attente décrit le degré de performance du système en répondant à des questions du type suivant :

- En moyenne, combien de temps attend un client avant d'être servi ?
- Quel est le nombre moyen de clients dans le système ?
- Quel est le taux d'utilisation moyen des serveurs ?

**i. Entretien des équipements**

- La réparation et l'entretien des équipements est une autre opération présentant une variabilité de la demande et des services.
- Les équipements tombent en panne de temps à autre et leur remise en état de marche nécessite l'intervention d'équipe de réparation.
- Les pannes qui sont analogues aux arrivées et achèvement de réparation, surviennent tous de manière aléatoire.

**ii. Distribution des pannes dans le temps**

Pour représenter la distribution des intervalles de temps entre l'achèvement de la dernière réparation (ou de l'entretien préventif) et la panne suivant pannes, nous pouvons en déduire une distribution que nous appellerons  $A_0$ , les instants des pannes (analogue aux arrivées), la probabilité que l'équipement soit encore en fonctionnement à l'instant  $t$  après le dernier service. Par dérivation nous pouvons alors obtenir  $a(t)$  densité de probabilité des pannes à l'instant  $t$  le dernier service; puis par intégration, nous pouvons obtenir  $U_0(t)$  la probabilité qu'un équipement fonctionne continuellement sans exiger des réparations, pendant un temps  $t$  choisi au hasard. Considérons  $T_a$ , la vie moyenne ou durée moyenne de fonctionnement

entre deux réparations et son inverse :  $\lambda = \frac{1}{T_a}$ . Les distributions réelles des pannes présentent très grandes variétés de formes. Certains équipements, le plus souvent ceux qui comptent peu de pièces en mouvement, susceptibles de se détériorer, se mettent en panne après un fonctionnement de durée à peu près constante.

**iii. Equipe d'entretien optimale pour un seul équipement**

Nous avons ici le cas d'un seul équipement, dont la fonction de répartition des pannes est  $A_0(t)$ , et d'une équipe de réparation unique, avec une distribution des durées de réparation  $S_0(t)$ . Les durées moyennes correspondantes, inverses des taux moyens sont égales respectivement à l'intégrale de  $A_0$  ou de  $S_0$ , c'est-à-dire :

$$T^0 = \frac{1}{\lambda} \text{ et } T_s = \frac{1}{\mu}$$

Il est donc possible de montrer que :

- La probabilité que l'équipement fonctionne  $[T_0 / (T_a + T_s)] =$  fraction de temps Pendant laquelle l'équipe d'entretien est inactive.
- La probabilité que la machine soit en réparation  $[T_s / (T_a + T_s)] =$  fraction de temps pendant laquelle l'équipe d'entretien est occupée.

$T_s$  : durée moyenne de réparation

$T_a$  : vie moyenne ou durée moyenne de fonctionnement entre deux réparations.

**iv. Définition d'évènement**

On appelle évènement, l'apparition d'une alarme quel que soit sa sévérité ;

critique, majeur ou mineur. La gestion du réseau est assurée par un logiciel interactif, d'où la notion d'évènement liant les alarmes sortant avec des actions appelées Handling. Quand une alarme apparaît automatiquement, un évènement lui est associé. Dans notre document, nous nous intéresserons aux évènements associés aux alarmes critiques. Donc il s'ensuit que les évènements seront basés sur les sites, car une alarme critique concerne un site alors que si elle est majeure ou mineure, il s'agit d'une cellule ou d'une carte.

**a. Evènement ouvert (Open)**

Un évènement à un statut Open si et seulement si l'alarme critique liée à ce défaut n'a pas disparu, autrement dit tant que l'alarme critique demeure, le statut de l'évènement est Open. Pendant ce temps, les équipes de maintenances sont mobilisées pour la résolution de cet évènement.

**b. Evènement fermé (Close statuts)**

Un évènement a un statut Close si et seulement si l'alarme qui lui est liée a disparue. Ceci introduit le thème End Time, c'est-à-dire la date de fin d'alarme. Le site passe ainsi du statut OFF au statut ON. Dès que l'évènement est Close, l'ingénieur OMC-R se doit de se mettre en contact avec l'équipe de maintenance qui ait intervenue pour la résolution du problème, afin de s'avoir ce qui s'est réellement passé. Ceci est indispensable pour la traçabilité des défauts (coupure), c'est une collecte qui servira à classer l'évènement. Ce paramètre permet d'apprécier les performances d'un site, d'une zone géographique et d'une BSC.

Pour une bonne optimisation de la maintenance d'un réseau GSM, l'on a besoin de savoir avec précision ce qui c'était produit. Cette précision inclue forcément une collecte rationnelle d'information. Ainsi quand un évènement survient, on doit connaître la cause, pour pouvoir le classer. Les Evènements peuvent être classés en quatre(4) catégorie :

- Un évènement de type transmission

Un évènement est de type transmission si la cause du défaut est un problème de liaison entre deux équipements. Les alarmes observées dans ce cas sont E1 remote alarm, E1 local alarm, Link failure. Ces types d'évènements sont classés sous la responsabilité des transmettant. L'ingénieur OMC-R doit se mettre en contact avec l'ingénieur BSS-Transmission afin de savoir ce qui s'est passé dans le but de remplir le fichier du Daily Report.

- Evènement de type Energie

Un évènement est de type Energie si et seulement si la cause du défaut est un problème d'énergie. Les problèmes d'énergies sont de plusieurs ordres :

- ✚ Coupure de courant (S'il n'y a pas de groupe)
- ✚ Chaleur intense (Problème de climatiseur)
- ✚ Fusible d'équipement endommagé ou autres.

- Evènement de type BSS

Un évènement est classé BSS si et seulement si l'alarme est liée à une entité BSS, soit la BTS ou la BSC ou une autre carte (board). Il peut s'agir d'une carte de la BSC ou de la BTS. Dans ce cas, on fait appel à la sous- traitance ou l'équipementier selon le cas qui déploie une équipe de maintenance sur le site.

- Evènement de type Unknown

Un évènement est classé Unknown si le « Alarm default » disparaît avant qu'une équipe de maintenance n'arrive sur le site. Ces évènements surviennent lors des intempéries climatiques comme par exemple une pluie, un vent violent, ou la décharge électrique naturelle. Dans le cas d'espèce, on assiste à une rupture du signal de transmission pendant un temps biens définis, et ceci est rétabli en quelque minute.

**v. Les différents réseaux mobiles en RDC.**

La RDC est couverte par les réseaux de cinq opérateurs de téléphonie mobile en compétition qui concourent pour la mise en place de la large bande. Les réseaux Vodacom, Orange et Airtel ont une couverture nationale.

#	OPERATEUR	TECHNOLOGIE	PROPRIETE
1	Vodacom	GSM, GPRS, 3G, 4G	Telekom
2	Airtel	GSM, EDGE, 3G, 4G	Bharti Airtel
3	Orange	GS M, 3G+,4G	Orange
4	Tigo	GSM, 3G, 4G	Orange
5	Africell	GSM, 3G, 4G	Lintel Limited

*Tableau 1 : différents réseaux mobiles en RDC*

La maintenance de ces différents réseaux est assurée par des prestataires et des sociétés de soustraitantes locales et internationales.

**Les prestataires et les équipementiers**

ENTREPRISE	GENRE	OPERATEUR PARTENAIRE
SAGEMCOM (EASTCASTLE)	PRESTATAIRE/INSTALLATEUR	ORANGE
H-TELI.	PRESTATAIRE/INSTALLATEUR	AIRTEL
HUAWEI	EQUIPEMENTIER/PRESTATAIRE	ORANGE, VODACOM, AIRTEL
ZTE	EQUIPEMENTIER/PRESTATAIRE	ORANGE, VODACOM
HELIOS	PRESTATEUR/INSTALLATEUR	AIRTEL, TIGO
ERICSSON	EQUIPEMENTIER/PRESTATAIRE	AIRTEL, TIGO

*Tableau 2 : Les prestataires et les équipementiers*

**Les grands sous-traitants de Huawei**

Huawei travaille avec des sociétés de maintenance disposant des infrastructures et ayant subis des audits de certification et qui offre des prix compétitifs.

ENTREPRISES	ZONE DE BASE DEMAINTEANCE	MAINTENANCE
GLK	KASSAI	ACTIVE /PASSIVE
IWS	KINSHASA/CONGO CENTRAL	ACTIVE /PASSIVE
EMS	KIVU/ ORIENTAL	ACTIVE /PASSIVE
ELMS	EQUATEUR	ACTIVE PASSIVE
DEC	MANIEMA	ACTIVE ET PASSIVE
I-ENG	BANDUNDU	ACTIVE ET PASSIVE
GAR	KATANGA, MANIEMA,	ACTIVE ET PASSIVE

*Tableau 3 : Grand sous-traitants de HUAWEI*

Selon les marchés que Huawei obtient auprès des opérateurs, ils les distribuent auprès de ses sous-traitants repartis géographiquement par région de maintenance.

Les équipements utilisés par les opérateurs Airtel, Orange et Vodacom dans les différents sites

EQUIPEMENT	CATEGORIE DE MAINTENANCE	ACTEUR
VSAT	ACTIVE	SOUS TRAITANCE
Microwaves	ACTIVE	SOUS TRAITANCE
Fibre optique	ACTIVE	SOUS TRAITANCE

*Tableau 4 : Equipement BSS et NSS*

EQUIPEMENT	CATEGORIE DE MAINTENANCE	ACTEUR
BTS	ACTIVE	SOUS TRAITANCE
BSC	ACTIVE	SOUS TRAITANCE
SWITCH	ACTIVE	IN HOUSE ET SUPPORT

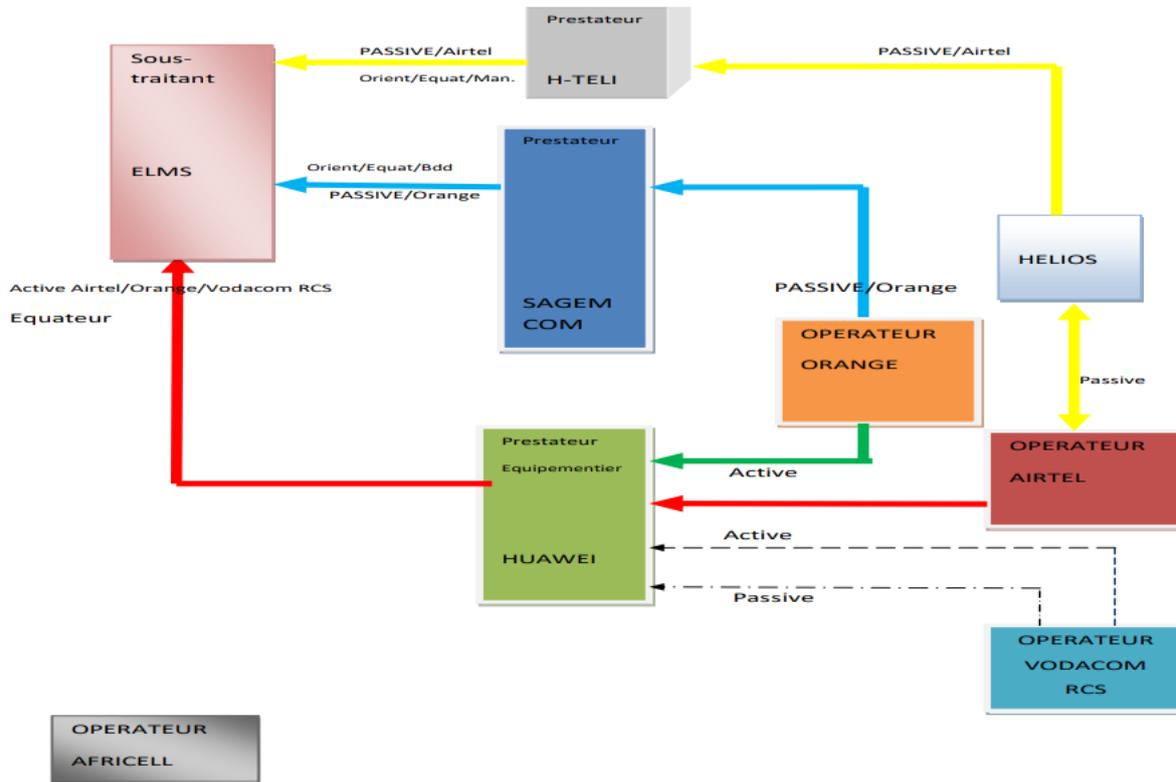
*Tableau 5 : Equipement d'Energie(Power)*

EQUIPEMENTS	CATEGORIE DE MAINTENANCE	ACTEUR
Groupes électrogènes	PASSIVE	SOUS TRAITANCE
Batteries backup	PASSIVE	SOUS TRAITANCE
Système solaire	PASSIVE	SOUS TRAITANCE
Secteur domestique	PASSIVE	SOUS TRAITANCE

La maintenance de ces trois réseaux est assurée par le sous-traitant ELMS qui dispose des techniciens commis aux différentes tâches de maintenance et préparés pour travailler sans barrière. Huawei est au centre et assure le suivi et le contrôle pour garantir une bonne qualité de service. Chaque opérateur dispose de responsables régionaux qui assurent le contrôle et le suivi éventuel.

Ainsi se dessinent les chaînes de maintenance des opérateurs des réseaux de télécommunications mobiles ci- après :

1. VODACOM-HUAWEI-ELMS.
2. AIRTEL-HUAWEI-ELMS
3. ORANGE-HUAWEI-ELMS



**ELMS/ Diagramme de Maintenances active et passive**

*Figure 3 : Diagramme de maintenance active et passive*

Dans la télécommunication, la supervision est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés automatisés. Un logiciel de supervision est composé d'un ensemble de pages (d'écrans), dont l'interface opérateur est présentée sous la forme d'un synoptique. L'application peut être monoposte ou multiposte. Dans le cas d'une supervision multiposte l'architecture peut être de type redondante, de type client-serveur (un poste gère les communications pour les autres) et les deux en même temps<sup>9</sup>.

Ce système assure aussi un rôle de gestionnaire d'alarmes, d'événements déclenchés par des dépassements de seuils, pour attirer l'attention de l'opérateur et d'enregistrement d'historique de défauts, de temps de fonctionnement, d'alarmes, de paramètres prédéterminés<sup>10</sup>. Ces logiciels de supervisions utilisent plusieurs ressources systèmes par conséquent les paramètres suivant doivent être de très bonne qualité :

- ✚ Processeur de la machine cliente
- ✚ Mémoire de la machine cliente
- ✚ Stockage

Le logiciel utilisé de surveillance de réseau est le I-MANAGER M2000, il a été conçu par l'équipementier HUAWEI TECHNOLOGIES : ce logiciel tire ces ressources de la BAM (Bac Administration Module). La BAM est un module d'enregistrement de toutes les informations disponibles et accessibles au sein d'un réseau GSM. Ce logiciel fonctionne en suivant la topologie Client-serveur ; c'est-à-dire qu'il est installé sur un poste client mais tirant les informations d'un serveur qui est la BAM. Ce logiciel renvoie des alarmes sur un équipement dès que celui-ci est confronté à un dysfonctionnement. Il génère en général trois (03) types d'alarmes : les alarmes critiques, les alarmes majeures et les alarmes mineures. La figure suivante présente un aperçu de la console de supervision du réseau à travers le logiciel I-MANAGER M2000.

<sup>9</sup> André P, Architecture des réseaux de télécommunications, édition Hermès Sciences, Paris, 2002, page 34

<sup>10</sup> Daniel B., Télécommunication mobile, principes, infrastructures et services, 3<sup>e</sup> édition DUNOD, Belgique, 2002, pp 35 – 60

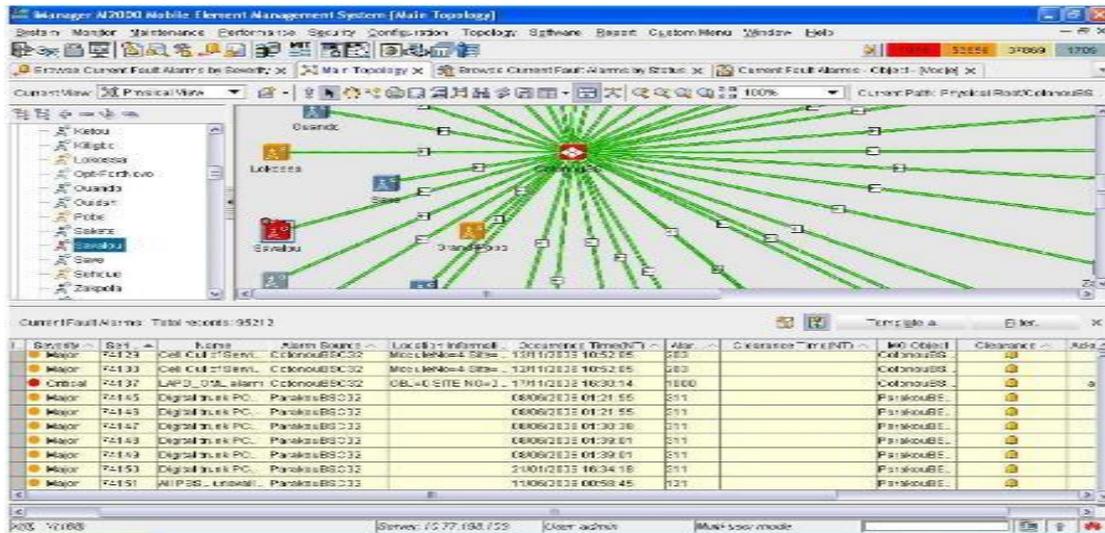


Figure 3 : Présentation de l'interface de l'I-MANAGER M2000

**La mutualisation systématique des ressources :**

**1/ LA MUTUALISATION DES EQUIPEMENTS**

- La même source d'énergies alimente les équipements des différents réseaux dans un même.
- Le même pylône peut loger les antennes des différents réseaux.
- Le GSM, l'UMTS, LTE sont loge dans le même corps du réseau

**2/ LA MUTUALISATION DES AGENTS DE MAINTENANCE**

Les mêmes FME (Fields maintenance engineers) sont polyvalent et travaillent dans les réseaux différents sans barrière.

**3/ MUTUALISATION DE LA LOGISTIQUE**

- Les mêmes engins de mobilité assurent le transport de matériel et le personnel de maintenance pour le maintien des différents réseaux.
- Le personnel de maintenance est habille en même PPE pour accéder dans des sites des différents opérateurs.
- Stocks des pièces de rechange standards disponibles sont utilisés pour des interventions dans tous tes réseaux

Les avantages de la mutualisation :

- ✓ Réduction de coût, les dépenses sont réparties entre Operateurs
- ✓ Le Temps d'intervention est réduit car on utilise un personnel de proximité.
- ✓ Optimisation de l'utilisation des FMEs
- ✓ Pour l'Operateur il y a moyen d'améliorer son EBTDA - Les désavantages :
- ✓ Risque de laisser le sort de la qualité du réseau a un seul acteur, en cas de défaillance, c'est toute la zone qui en souffrira.
- ✓ En cas des collisions des pannes sur tous les réseaux à qui donner la priorité si l'effectif du personnel n'est pas suffisant ?

**CONCLUSION**

Nous venons d'arriver au terme de notre article qui porté sur des enjeux de lamaintenance des réseaux de télécommunications mobiles cellulaires entre Operateurs –Prestataires et Sous-traitant, cas de Huawei et ELMS en RDC. Nous avons tenu à décrire les réseaux de télécommunications mobiles tout en montrant les différentes phases de développement et les concepts y afférents. Nous avons eu à parcourir quelques équipements et l'infrastructure tant matérielle que logiciel des réseaux tout en précisant leurs rôles. Nous avons parlé de la maintenance en général. Il sied de se souvenir que dans les entreprises en général, la fonction maintenance consiste de moins en moins souvent à remettre en état l'outil de travail, mais de plus en plus fréquemment à anticiper ses dysfonctionnements. L'arrêt ou le fonctionnement anormal de l'outil de production et le nonrespect des délais qui s'en suivent, engendrent en effet des couts que les entreprises ne sont plus en état de supporter.

Mais notre problème dans cet article était de savoir comment rassurer unemaintenance efficace pour les réseaux cellulaires des opérateurs en RDC, quelles sont les tendances actuelles et les conséquences y afférentes? Partant de cette question, la solution idéale compte tenu de problème soulevées sera d' identifier les possibilités sans cesse accrues de mutualisation et d'externalisation de structure de maintenance dans les réseaux de téléphonie mobile et techniques visant la réduction de coût d'exploitation liée à la maintenance tout en optimisant la fiabilité des réseaux. Le principal objectif de cette étude est élaborer un document technique didactique d'orientation et de référence à différents niveaux pour la maintenance des équipements des réseaux de téléphonie mobile en RDC en donnant des renseignements sur un choix

judicieux des partenaires de maintenance, basé sur des critères d'efficacité pour favoriser l'émergence des réseaux fiables en RDC. Pour atteindre cet objectif, nous faisons recours à la méthode structuro-fonctionnelle qui nous a permis de comprendre le fonctionnement et la structure des réseaux de téléphonie mobiles ; Approche descriptive ayant consisté à décrire les phénomènes observés et à traduire notre expérience personnelle sur des cas vécus ; et l'approche analytique qui nous a permis à partir des outils élaborés existants d'analyser certains aspects importants de notre étude. Les techniques d'observation, d'interview et documentaire ont été utilisées pour nous permettre de nous imprégner de la situation réelle qui prévalait au sein des réseaux de téléphonie mobile. . Pour bien cerner le problème, nous avons subdivisé cette étude en 2 sections dont la première se focalise sur la considération générale, explicitant au clair les notions essentielles sur les réseaux mobiles et les tendances technologiques actuelles. La seconde section s'intéresse premièrement à l'analyse fonctionnelle et organique de l'équipement de site radio. En second lieu, se présente des enjeux de la maintenance des réseaux de téléphonie mobile entre opérateurs, prestataires et soustraitants.

Nous avons fait le constat qu'il y a une tendance à la monopolisation de système de maintenance étant donné qu'un prestataire dominant s'intercale entre sous-traitants et Opérateurs pour devenir incontournable au risque de prendre le système en otage et imposer sa volonté. La « zonalisation » des acteurs de maintenance en un seul sous-traitant par Area pour tous les réseaux retire toute la concurrence avantageuse et peut jouer négativement sur la fiabilité.

Cependant, nous souhaitons que l'Etat congolais puisse avoir un œil regardant sur la structuration des systèmes de maintenance afin d'éviter le risque de monopolisation. De définir les critères de sélection de sous-traitance qui doivent être basés sur la fiabilité et non seulement sur l'offre de prix. Des protéger les intérêts des entreprises nationales faces à celles étrangères dans la sous-traitance. . Ce travail étant une œuvre humaine, il ne manque pas d'imperfections et des remarques, c'est ainsi que nous sollicitons la contribution de nos lecteurs pour leurs critiques constructives et sommes disposés à recevoir dans un esprit scientifique leurs suggestions pour améliorer d'avantage notre travail.

#### **BIBLIOGRAPHIE Ouvrages**

- [1]. André P, Architecture des réseaux de télécommunications, édition Hermès Sciences, Paris, 2002, page 34
- [2]. André PEREZ, Architecture des réseaux de télécommunications, Lavoisier, Paris, 2002, page 229
- [3]. Daniel B., Télécommunication mobile, principes, infrastructures et services, 3<sup>e</sup> édition DUNOD, Belgique, 2002, pp 35 – 60
- [4]. J. Claude, Le réseau GSM, évolution GPRS et UMTS, Mode et WAP, Joachim
- [5]. TISAL, Ingénieur et chef de projet Maison, 1997 et Dunod 1999, pp 1 – 22
- [6]. Javier SANCHEZ et Mamadou THIOUNE, UMTS release 6,7 et 8 HSUPA, MBMS et
- [7]. LTE/E-UTRA, «3<sup>e</sup> édition Lavoisier, Paris, 2008, page 552
- [8]. Ludovic AERNOUITS, Systèmes et réseaux informatiques et téléphonie mobile, cnam de Lille, France, 1999, pp 60 – 82
- [9]. Pierre LECOY, Principe et technologie, 1<sup>e</sup> édition Hermès Sciences, Paris, 2002, page 32
- [10]. René PARFAIT, Les réseaux de télécommunications, 1<sup>e</sup> édition Hermès Sciences, Paris, 2002, pp 32 – 76
- [11]. S. Tab bane et M. Tahar, Pratique de l'ingénierie des réseaux cellulaires GSM, GPRS, et UMTS, Lavoisier, Paris, 2006, page 260
- [12]. Sami TABBANE, Ingénierie des réseaux cellulaires, édition Hermès Sciences, France, 2002, pp 22 – 40
- [13]. Thierry LUCIDARME, Principes de radiocommunication de troisième génération, Vuibert, Paris, 2002, page 226
- [14]. Xavier LAGRAGE, Réseau Cellulaire GSM – DSC, édition Paris, 2003, pp 15 – 35

#### **Webographie**

- [15]. <http://www.marche-public.fr/Terminologie/Entrees/1G.htm>
- [16]. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [17]. [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_de\\_t%C3%A9l%C3%A9phonie\\_mobile](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_t%C3%A9l%C3%A9phonie_mobile),